

資料 Correspondence

空間分析としての傾向面分析について

——特性, コンピュータ・プログラムおよび適用——

東 賢 次*

The Characteristics, Computer Program and Application of
Trend Surface Analysis

KENJI HIGASHI*

Synopsis: This material presents the characteristics, the computer program and the application of trend surface analysis. The computer program developed here is that modified and extended the FORTRAN program of trend surface analysis made by Davis, J.C.

要旨: 本資料は, 傾向面分析の特性, コンピュータ・プログラムおよび適用を示す。ここで開発されたコンピュータ・プログラムは, Davis によって作成された傾向面分析の FORTRAN プログラムを修正・拡張したものである。

1. はじめに

地表事象を研究する分野, 特に地理学, 地域科学, 都市工学, 環境科学, 地域経済学などでは, 空間分析 spatial analysis の必要性が強調される。空間分析は, 2次元以上の分布パターンの解析にその特徴がある。たとえば, 地表事象を点 point と認識し, その分布パターンの統計的特性を明らかにすることは, 代表的な空間分析の一つである。最近, 注目を集めている分析方法は, 空間的自己相関 spatial autocorrelation の研究 (Cliff and Ord, 1973, 1981) である。このような空間分析への関心は, 現実の地表事象を分析する場合, その2次元および3次元空間の特性を分析の指標とすることで, より詳細な地理学的情報を得ようとするものである。

本研究では, 空間分析のなかでもよく利用される傾向面分析 trend surface analysis¹⁾ の特性, そのコンピュータ・プログラム, そして具体的適用事例について若干の紹介と考察を行なうことである。

* 電子計算機センター 講師

Lecturer, Computer Center

2. 傾向面分析

従来、傾向面分析の研究は、Chorley and Haggett (1968), 山本 (1973), 石水・大友・磯部 (1976a, 1976b), 磯部・武田 (1978, 1979), Otomo and Isobe (1980), 農林統計協会研究部 (1981) などの多く研究が行なわれている。特に、磯部・武田 (1979) は傾向面分析を拡張した4変量傾向面分析のコンピュータ・プログラムを開発した。

空間分析の一つである傾向面分析は、「数値表現された地表事象 (分布数値) につき、体系的・全域的・規則的差異に関連した部分と、非体系的・局地的・偶然的差異に関連した部分とに分ける手続きである (石水・大友・磯部, 1976a)」と定義される。傾向面分析の多項式近似による数学的表現は、

$$Z_{ij} = \tau(X_i, Y_j) + \varepsilon_{ij}$$

で、 Z_{ij} は直交座標 (X_i, Y_j) の分布数値、 $\tau(X_i, Y_j)$ は分布数値 Z_{ij} のうちの全域的成分を示す傾向面、 ε_{ij} は局地的成分を示す残差である。傾向面分析の特性は、数式から二つの成分に分離し、地表事象の分布特性を解明する分析手法にほかならない。また、分布の全域的成分は、傾向面図 trend surface mapping として表現され、地表事象の分布を単純化あるいは抽象化した空間構造 spatial structure を抽出することにある²⁾。

このように、傾向面分析の特性を利用して空間分析の一つの手法として多く適用を受けていることはすでに述べた。傾向面分析の実際の利用は、コンピュータを通じて具体的に適用されるのが通常の形態である。次に、傾向面分析のコンピュータ・プログラムについて説明したい。

3. コンピュータ・プログラム

傾向面分析のコンピュータ・プログラムは、Davis (1973) によって提出された FORTRAN 言語で書かれたものを修正・拡張したものについて紹介する。

リスト1は、修正・拡張された傾向面分析のコンピュータ・プログラムである。Davis の原形プログラムは、傾向面分析を実行する場合、ある特定の単一次数の直交多項式近似の計算

リスト 1 傾向面分析のコンピュータ・プログラム

```

FACOM 230 052/V5      FORTRAN 5      V=03 L=70      DATE 82.01.08  TIME 15.35  PAGE 0001

SOURCE  LIST
C -----TSA00010
C -----TSA00020
C ***** COMPUTER PROGRAM FOR TREND SURFACE ANALYSIS ***** TSA00030
C -----TSA00040
C *** PROGRAM TSA00050
C JOHN C. DAVIS ( WITH FORTRAN PROGRAM BY ROBERT J. SAMPSON ), TSA00060
C 1973: STATISTICS AND DATA ANALYSIS IN GEOLOGY, NEW YORK: JOHN TSA00070
C WILEY & SONS, INC., 550P. TSA00080
C TSA00090
C MODIFIED AND EXTENDED BY KENJI HIWASHI, DEC. 23, 1981. TSA00100
C -----TSA00110
C -----TSA00120

```

資料：空間分析としての傾向面分析について

| | | | |
|------|-----|---|-----------|
| | C | *** MAP CONTROL VARIABLES 1 | TSAO00100 |
| | C | *JLIMH....HORIZONTAL LENGTH OF MAP (MAX. = 100 COLUMNS) | TSAO00140 |
| | C | X1MIN.....MINIMUM VALUE OF X=AXIS | TSAO00150 |
| | C | X1MAX.....MAXIMUM VALUE OF X=AXIS | TSAO00160 |
| | C | X2MIN.....MINIMUM VALUE OF Y=AXIS | TSAO00170 |
| | C | X2MAX.....MAXIMUM VALUE OF Y=AXIS | TSAO00180 |
| | C | *** ORDERS VARIABLE | TSAO00190 |
| | C | NONUMBER OF ORDERS | TSAO00200 |
| | C | *** MAP CONTROL VARIABLES 2 | TSAO00230 |
| | C | REFCREFERENCE CONTUUM | TSAO00240 |
| | C | CINTCONTUUM INTERVAL | TSAO00250 |
| | C | ----- | TSAO00260 |
| | C | | TSAO00270 |
| 0001 | | IMPLICIT REAL*8(F,H,S,A) | TSAO00280 |
| 0002 | | DOUBLE PRECISION A(30,30),B(30,30),C(30),AMSR,AMSD | TSAO00290 |
| 0003 | | DOUBLE PRECISION DAT(300,5),DAT(300,15),Z(30) | TSAO00300 |
| 0004 | | DIMENSION ICHAR(26),IOUT(100) | TSAO00310 |
| 0005 | | DATA ICHAR('A','B','C','D','E','F','G','H','I','J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z') | TSAO00330 |
| 0006 | | NO=300 | TSAO00340 |
| 0007 | | MM=30 | TSAO00350 |
| 0008 | | NV=15 | TSAO00360 |
| 0009 | | READ(5,1001) *JLIMH,X1MIN,X1MAX,X2MIN,X2MAX | TSAO00370 |
| 0010 | | READ(5,1002) NO | TSAO00380 |
| 0011 | | CALL READM(DATX,N,M,NO,NV) | TSAO00400 |
| 0012 | | CALL PRINTM(DATX,N,M,NO,NV) | TSAO00410 |
| 0013 | | *WRITE(6,2002) | TSAO00420 |
| 0014 | | DO 302 I=1,N | TSAO00430 |
| 0015 | | DO 303 J=1,2 | TSAO00440 |
| 0016 | | DAT (I,J)=DATA(I,J) | TSAO00450 |
| 0017 | 303 | CONTINUE | TSAO00460 |
| 0018 | 302 | CONTINUE | TSAO00470 |
| 0019 | | DO 300 JJ=3,M | TSAO00480 |
| 0020 | | DO 301 I=1,N | TSAO00490 |
| 0021 | | DA1 (I,J)=DATA(I,JJ) | TSAO00500 |
| 0022 | 301 | CONTINUE | TSAO00510 |
| 0023 | | READ(5,1003) REFC,CINT | TSAO00520 |
| 0024 | | DO 400 IORD=1,NV | TSAO00530 |
| 0025 | | IORDZ=(IORD+1)*(IORD+2)/2 | TSAO00540 |
| 0026 | | DO 100 J=1,IORDZ | TSAO00550 |
| 0027 | | B(I)=0.0 | TSAO00560 |
| 0028 | | C(I)=0.0 | TSAO00570 |
| 0029 | | DO 100 J=1,IORDZ | TSAO00580 |
| 0030 | | A(I,J)=0.0 | TSAO00590 |
| 0031 | 100 | CONTINUE | TSAO00600 |
| 0032 | | C(I)=1.0 | TSAO00610 |
| 0033 | | DO 101 I=1,N | TSAO00620 |
| 0034 | | JB=1 | TSAO00630 |
| 0035 | | DO 102 J=1,IORD | TSAO00640 |
| 0036 | | DO 103 K=1,J | TSAO00650 |
| 0037 | | JB=JB+1 | TSAO00660 |
| 0038 | | KB=JB-J | TSAO00670 |
| 0039 | | C(JB)=C(KB)*DA1 (I,1) | TSAO00680 |
| 0040 | 103 | CONTINUE | TSAO00690 |
| 0041 | | JB=JB+1 | TSAO00700 |
| 0042 | | C(JB)=C(KB)*DAT (I,2) | TSAO00710 |
| 0043 | 102 | CONTINUE | TSAO00720 |
| 0044 | | DO 104 J=1,IORDZ | TSAO00730 |
| 0045 | | B(J)=B(J)+C(J)*DAT (I,3) | TSAO00740 |
| 0046 | | DO 104 K=1,IORDZ | TSAO00750 |
| 0047 | | A(J,K)=A(J,K)+C(J)*C(K) | TSAO00760 |
| 0048 | 104 | CONTINUE | TSAO00770 |
| 0049 | 101 | CONTINUE | TSAO00780 |
| 0050 | | CALL SLE(A,B,IORDZ,MM,1.00-15) | TSAO00790 |
| 0051 | | DO 105 I=1,N | TSAO00800 |
| 0052 | | JB=1 | TSAO00810 |
| 0053 | | DO 106 J=1,IORD | TSAO00820 |
| 0054 | | DO 107 K=1,J | TSAO00830 |
| 0055 | | JB=JB+1 | TSAO00840 |
| 0056 | | KB=JB-J | TSAO00850 |
| 0057 | | C(JB)=C(KB)*DAT (I,1) | TSAO00860 |
| 0058 | 107 | CONTINUE | TSAO00870 |
| 0059 | | JB=JB+1 | TSAO00880 |
| 0060 | | C(JB)=C(KB)*DAT (I,2) | TSAO00890 |
| 0061 | 106 | CONTINUE | TSAO00900 |
| 0062 | | DA1 (I,4)=0.0 | TSAO00910 |
| 0063 | | DO 108 J=1,IORDZ | TSAO00920 |
| 0064 | | DA1 (I,4)=DAT (I,4)+B(J)*C(J) | TSAC00930 |
| 0065 | 108 | CONTINUE | TSAC00940 |
| 0066 | | DAT (I,5)=DAT (I,5)-DAT (I,4) | TSAC00950 |
| 0067 | 105 | CONTINUE | TSAC00960 |
| 0068 | | CALL PRINTM(DAT,N,5,NO,5) | TSAC00970 |
| 0069 | | *WRITE(6,2002) | TSAC00980 |
| 0070 | | DO 200 J=1,IORDZ | TSAC00990 |
| 0071 | | Z(J)=B(J) | TSAC01000 |
| 0072 | 200 | CONTINUE | TSAC01010 |
| 0073 | | CALL PRINTM(Z,IORDZ,1,MM,1) | TSAC01020 |
| | | | |

国士舘大学電子計算機センター紀要 第3号

```

0082      SYC=SYC+DAT (1,4)      TSA01110
0083      SYC=SYC+DAT (1,4)**2  TSA01120
0084      111 CONTINUE          TSA01130
0085      SST=SY+SY*SY/FLOAT(N)  TSA01140
0086      SS=SYC-SYC*SYC/FLOAT(N) TSA01150
0087      SSD=SST-SSR          TSA01160
0088      NDF1=10ND2-1         TSA01170
0089      AMSN=SSR/FLOAT(NDF1)  TSA01180
0090      NDF2=N-10ND2         TSA01190
0091      AMSD=SS//FLOAT(NDF2)  TSA01200
0092      R2=SS//SST           TSA01210
0093      R=DSUMT(R2)          TSA01220
0094      F=AMSR/AMSL          TSA01230
0095      NDF3=R-1             TSA01240
0096      AM1E(6,2004)        TSA01250
0097      AM1E(6,2005) SSR,NDF1,AMSR,F TSA01260
0098      AM1E(6,2006) SSD,NDF2,AMSD TSA01270
0099      AM1E(6,2007) SST,NDF3    TSA01280
0100      AM1E(6,2008) R2,R      TSA01290
0101      I=AM1UTM            TSA01300
0102      I=M*(IUTM+J,6+(A2MAX-X2MIN)/(X1MAX-X1MIN)) TSA01310
0103      JX1F=(X1+AX-X1MIN)/FLOAT(I-1) TSA01320
0104      JX2F=(X2+AX-X2MIN)/FLOAT(I-1) TSA01330
0105      AM1E(6,2009)          TSA01340
0106      X2=X2MAX            TSA01350
0107      JU=21 I=1,I*        TSA01360
0108      X1=X1MIN            TSA01370
0109      JU=22 J=1,I*        TSA01380
0110      JB=1                 TSA01390
0111      DU=24 K=1,10ND1     TSA01400
0112      DO 125 L=1,K        TSA01410
0113      JB=JB+1              TSA01420
0114      KB=JB-K              TSA01430
0115      C(JB)=C(KB)*K1       TSA01440
0116      125 CONTINUE        TSA01450
0117      JB=JB+1              TSA01460
0118      C(JB)=C(KB)*X2       TSA01470
0119      124 CONTINUE         TSA01480
0120      T=K0                 TSA01490
0121      JU=26 K=1,10ND2     TSA01500
0122      T=XT+D(K)*C(K)       TSA01510
0123      126 CONTINUE         TSA01520
0124      IY=((Y+REFC)/CINT)*13.005 TSA01530
0125      IF(IY,LT,1) IY=2     TSA01540
0126      IF(IY,GT,25) IY=2    TSA01550
0127      IOUT(J)=ICNAR(IY)    TSA01560
0128      A1=X1+JAX1          TSA01570
0129      122 CONTINUE         TSA01580
0130      AM1E(6,2010) (IOUT(J),J=1,I*) TSA01590
0131      X2=X2-DX2            TSA01600
0132      121 CONTINUE         TSA01610
0133      AM1E(6,2012) REFC,CINT TSA01620
0134      AM1E(6,2014) 10ND1    TSA01630
0135      405 CONTINUE         TSA01640
0136      AM1E(6,2009)          TSA01650
0137      300 CONTINUE         TSA01660
0138      STOP                 TSA01670
0139      1001 FORMAT(5F6.0)     TSA01680
0140      1002 FORMAT(13)        TSA01690
0141      1003 FORMAT(2F6.0)     TSA01700
0142      2001 FORMAT(1H0,4X,'INPUT DATA MATRIX =',1X, TSA01710
0143      1 'COLUMNS = VARIABLES, ROWS = OBSERVATIONS') TSA01720
0144      2002 FORMAT(1H0,4X,'COLUMN 1 = X, COLUMN 2 = Y',1X, TSA01730
0145      1 'COLUMN 3 = Z, COLUMN 4 = ESTIMATED Z, COLUMN 5 = DEVIATION') TSA01740
0146      2003 FORMAT(1H0,4X,'TEND SURFACE COEFFICIENTS',3X, TSA01750
0147      1 ' = CONSTANT TERM') TSA01760
0148      2004 FORMAT(1F1.0,////,10I5 SOURCE OF ,13X,25HSUM OF DEGREES OF MEAN,/, TSA01770
0149      1 10H VARIATION,13X,57HSUM OF FREEDOM SQUARES F-TEST,/, TSA01780
0150      1 1X,50(1H*))          TSA01790
0151      2005 FORMAT(11H REGRESSION,10X,F10.2,10,2X,F10.2,/,51X,F10.4) TSA01800
0152      2006 FORMAT(10H DEVIATION,11X,F10.2,10,2X,F10.2) TSA01810
0153      2007 FORMAT(15H TOTAL VARIATION,5X,F10.2,18) TSA01820
0154      2008 FORMAT(16H GOODNESS OF FIT = ,F10.4,/, TSA01830
0155      1 'CORRELATION COEFFICIENT = ,F10.4) TSA01840
0156      2009 FORMAT(1M1)      TSA01850
0157      2010 FORMAT(5X,100A1) TSA01860
0158      2011 FORMAT(1H0,4X,'TEND SURFACE MAP OF DEGREE ',12) TSA01870
0159      2012 FORMAT(1H0,4X,'REFERENCE CONTOUR (.....) = ,F10.4,3X, TSA01880
0160      1 'CONTOUR INTERVAL = ,F10.4) TSA01890
0161      END                  TSA01900

0001      SUBROUTINE READM(A,N,M,N1,M1) TSA01910
0002      DOUBLE PRECISION A(N1,M1) TSA01920
0003      READ(5,1000) N,M      TSA01930
0004      DO 100 I=1,N          TSA01940
0005      READ(5,1001) (A(I,J),J=1,M) TSA01950
0006      100 CONTINUE         TSA01960
0007      RETURN               TSA01970
0008      1000 FORMAT(2I5)      TSA01980
0009      1001 FORMAT(8F10.3)   TSA01990
0010      C=J              TSA02000

```

資料：空間分析としての傾向面分析について

```

0001      SUBROUTINE PRINTV(A,N,M,N1,M1)                                TSA02010
0002      DOUBLE PRECISION A(N1,M1)                                    TSA02020
0003      DO 100 I=1,M,M/8                                              TSA02030
0004      IE=I*8/                                                        TSA02040
0005      IF (IE=N) 2,2,1                                              TSA02050
0006      IE=M                                                            TSA02060
0007      2 WRITE(6,2000) (I,I=I*8,IE)                                TSA02070
0008      DO 101 J=1,N                                                  TSA02080
0009      WRITE (6,2001) J,(A(J,K),K=I*8,IE)                          TSA02090
0010      101 CONTINUE                                                TSA02100
0011      100 CONTINUE                                                TSA02110
0012      RETURN                                                       TSA02120
0013      2000 FORMAT(1H1,////,1X,8I15)                              TSA02130
0014      2001 FORMAT(1H ,15,8D15.6)                                  TSA02140
0015      END                                                         TSA02150

```

```

0001      SUBROUTINE SLE(A,B,N,N1,ZERO)                                TSA02160
0002      DOUBLE PRECISION A(N1,N1),B(N1),DIV,RATIO,ZERO              TSA02170
0003      DO 100 I=1,N                                                  TSA02180
0004      DIV=A(I,1)                                                    TSA02190
0005      IF (ABS(DIV)-ZERO) 99,99,1                                    TSA02200
0006      1 DO 102 J=2,N                                                TSA02210
0007      A(I,J)=A(I,J)/DIV                                             TSA02220
0008      101 CONTINUE                                                  TSA02230
0009      B(I)=B(I)/DIV                                                 TSA02240
0010      DO 102 J=2,N                                                  TSA02250
0011      IF (I=N) 2,2,0,2                                             TSA02260
0012      2 RATIO=A(J,1)                                               TSA02270
0013      DO 103 K=1,N                                                  TSA02280
0014      A(J,K)=A(J,K)-RATIO*A(I,K)                                  TSA02290
0015      103 CONTINUE                                                  TSA02300
0016      B(I)=B(I)-RATIO*B(I)                                         TSA02310
0017      102 CONTINUE                                                  TSA02320
0018      100 CONTINUE                                                  TSA02330
0019      RETURN                                                       TSA02340
0020      99 STOP                                                       TSA02350
0021      END                                                         TSA02360

```

とそれに関連した各種統計量（多項式の回帰係数，重相関係数，F 統計量）と傾向面図を出力する。ここに提示したプログラムは，1～6 次の各種データに関する傾向面分析が一括して処理できるように修正・拡張し，容易に利用できるものである。

本プログラムの使用法は，Davis のそれと類似するが，若干異なる部分があるので説明する必要がある。プログラムの制御に必要なパラメータ群は次のとおりである。これらのパラメータ群およびデータは入力データ・カードの順番に準備しなければならない。

(1) 地図制御パラメータ群——1——

このパラメータ群は，地図の大きさを制御するものである。これらは，それぞれ次のような内容を示す。

WIDTH——地図の水平方向の長さ（最大100カラム）

X1MIN——地図の水平方向（X 軸）の最小値

X1MAX——地図の水平方向（X 軸）の最大値

X2MIN——地図の垂直方向（Y 軸）の最小値

X2MAX——地図の垂直方向（Y 軸）の最大値

(2) 多項式の次数の制御パラメータ

このパラメータは，多項式の次数を制御するため，1～6の数値を与える。

NO——次数の数値（1～6）

(3) データの入力

データは、図1に示される構造を持つため次のパラメータ群を準備しなければならない。
データの大きさの指定は、次のパラメータ群を使用する。

| 地区 \ 変数 | X 軸の座標値 | Y 軸の座標値 | Z ₁ 値 | | Z _t 値 |
|---------|---------|---------|------------------|-------|------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| ⋮ | | | | | |
| ⋮ | | | | | |
| ⋮ | | | | | |
| n-2 | | | | | |
| n-1 | | | | | |
| n | | | | | |

図1 データ構造

N——地区数

M——X 軸の座標値, Y 軸の座標値, Z 値の各変数の合計数

ただし, M は Z 値が1組以上あることが期待されるため3以上である。

次に、図1に示されたデータ構造を持つデータ群を作成する。

(4) 地図制御パラメータ群——2——

次のパラメータ群は、地図制御、特に地図の等高線に関する情報を与えるものである。

REFC——地図の等高線の基準値

CINT——地図の等高線の間隔値

以上、5つのパラメータ群とデータによって、本プログラムの制御と実行は可能となる。

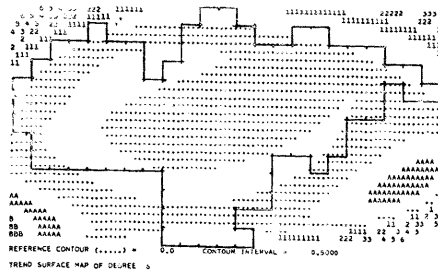
なお、本プログラムは JIS の FORTRAN 7000 水準であれば、コンピュータの機種に依存することなく使用可能である。また、最近のマイクロ・コンピュータにおいて使用されている CP/M のもとで作動する FORTRAN IV であれば、移植は可能であると思われる。しかしながら、実行には相当の時間を必要とすることが予想される。

4. 適 用

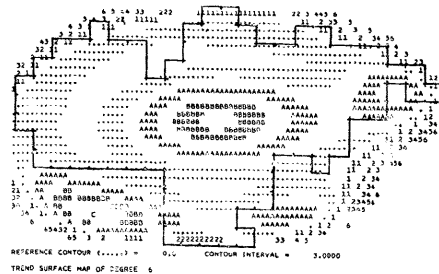
傾向面分析の適用には、大都市内部における高層建造物の立地過程を事例として取上げることとした。立地過程は、地表事象の時間的空間的分布変化過程を表現するものであることから、傾向面分析には適切な適用事例であると考えられる。ここで使用したデータ・セットは、1955～1974年の東京都豊島区における高層建造物の建築申請件数を対象とし、それぞれの年次における分布図を使用した(東, 1976)。

本プログラムによる1955～1974年の東京都豊島区における高層建造物の分布パターンへの傾

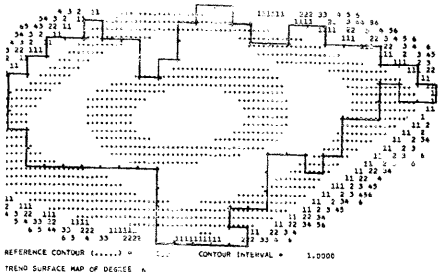
資料：空間分析としての傾向面分析について



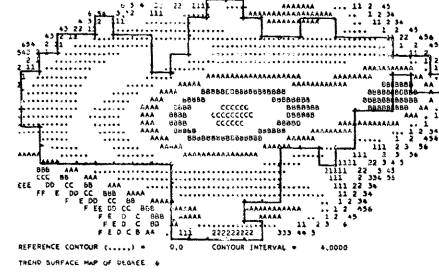
A



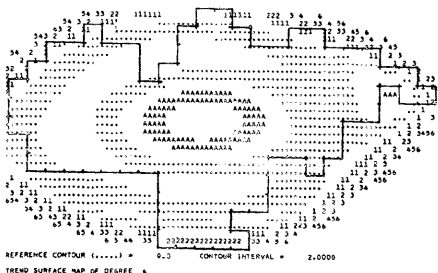
D



B



E



C

A : 1955 年
B : 1960 年
C : 1965 年
D : 1970 年
E : 1974 年

図2 東京都豊島区における高層建造物の6次傾向面—1955, 1960, 1965, 1970, 1974年—

向面分布の結果は図2に示すとおりである。これらの傾向面は、6次の多項式から得られたものである。豊島区の高層建造物の立地過程は、これらの傾向面から明らかにのように初期の同心円の分布を示唆するパターンから時間的経過とともに同心円の分布パターンが明確化し、さらに2重（2つの核を持つ）同心円の分布パターンへと変化する様子を明らかにした。このような分布パターンの解釈が容易になるのは、傾向面分析の一つの特性である分布の全域的成分の効果のためである。また、傾向面分析のもう一つの特性である局地的成分を表現する残差は分布に関する他の解釈を与えることになるがここでは省略する。傾向面分析の各傾向面の統計的検定を示す適合度の結果は、表1のとおり、年次の経過とともに重相関係数が高まり、適合度が良くなることがわかった。

表1 各年次における6次傾向面の適合度

| 年 次 | 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1974 |
|-------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 重相関係数 | 0.3053 | 0.4047 | 0.4728 | 0.6347 * | 0.6832 * |

* 有意水準1%で有意 (F検定)

5. ま と め

本研究は、空間分析の一つである傾向面分析の特性、コンピュータ・プログラム、そして具体的適用事例について若干の考察を加えた。その結果、ここで得られたいくつかの課題について述べ、まとめに代えたい。

- (1) 次数間の傾向面の適合性を行なうための分散分析を導入する。
- (2) 傾向面図の等高線設定の自由度を高める。
- (3) 傾向面図を XY プロッターにより 3次元表現にしたブロック・ダイアグラムが作成できるようにする。

[付 記]

本稿を作成するに当たり、御助言をいただいた日本大学の磯部邦昭氏、文献情報で御協力いただいた斎野岳廊氏に感謝いたします。また、資料の入手では、東京都豊島区の豊島、池袋両消防署の御協力を得、ここにお礼申し上げます。

なお、計算には、国士舘大学電子計算機センターの FACOM 230-38 を使用した。

注

- 1) 傾向面分析は、地域傾向面分析とも言われる(石水・大友・磯部, 1976a)。
- 2) さらに、傾向面は「反応面」として考察することができ、起源、ダイナミックス、プロセスの様相を推定するものである(Chorley and Haggett, 1968)。
- 3) REFERENCE CONTOUR (記号, (.)) は、記号(A)に近いエッジが基準値となり、記号(1)に近いエッジが CONTOUR INTERVAL の値を加算した数値となる。

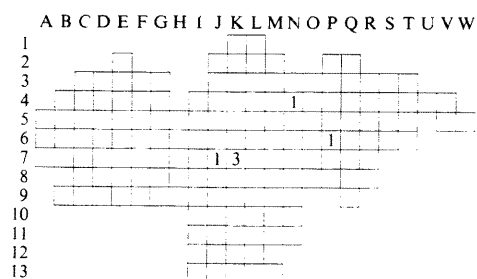
(1982年1月16日 受理)

文 献

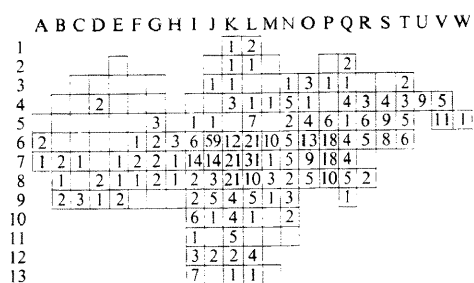
- 石水照雄・大友 篤・磯部邦昭 (1976 a)：地域傾向面分析の意義・適用事例および問題点。
地理学評論, 49, 455～549.
- 石水照雄・大友 篤・磯部邦昭 (1976 b)：地域傾向面の適用事例と数値実験。総理府統計局, 138 p.
- 磯部邦昭・武田通治 (1978)：電算機による関東山地東部の地形数値解析。日本大学文理学部 自然科学研究所「研究紀要」, 13, 1～29.
- 磯部邦昭・武田通治 (1979)：4変量型地域傾向面の作図例とその電算機プログラムについて。日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, 14, 41～52.
- 農林統計協会研究部 (1981)：国土数値情報による農業センサスメッシュ統計の利用——中核的な農家の空間分布の地域傾向面——。農林統計協会, 研究レポート No. 2, 84 p.
- 東 賢次 (1976)：大都市内部における高層建造物の空間的拡散過程。立正大学大学院修士論文 (未発表), 83 p.
- 山本嘉一郎 (1973)：電算機による Trend Surface Analysis とその使用例。地質学雑誌, 79, 349～362.
- Chorley, R. J. and Haggett, P. (1968)：Trend-Surface Mapping in Geographical Research. in Berry, B. J. L. and Marble D. F. eds: Spatial Analysis—A Reader in Statistical Geography, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 195-217.
- Cliff, A. D. and Ord, J. K. (1973)：Spatial Autocorrelation. London: Pion, 178 p.
- Cliff, A. D. and Ord, J. K. (1981)：Spatial Processes—Models & Applications. London: Pion, 226 p.
- Davis, J. C. (1973)：Statistics and Data Analysis in Geology. New York: John Wiley & Sons, 550 p.
- Otomo, A. and Isobe, K. (1980)：Trend Surface Comparison of the Population Distributions in Japanese Three Major Cities. Paper Presented at the 24th International Geographical Congress, Tokyo, Japan, 1980, 20 p.

付 録

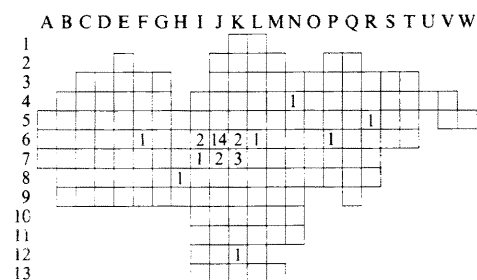
付録では、傾向面分析に使用された東京都豊島区における各年次の高層建造物の分布図（図3）とそれぞれの分布図に対応する1～6次の傾向面図（図4～8）を示す。



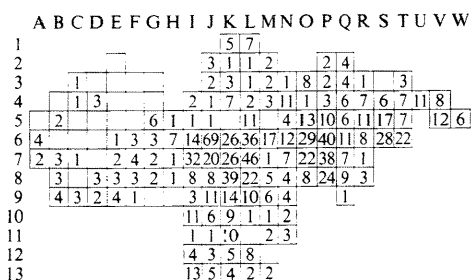
A



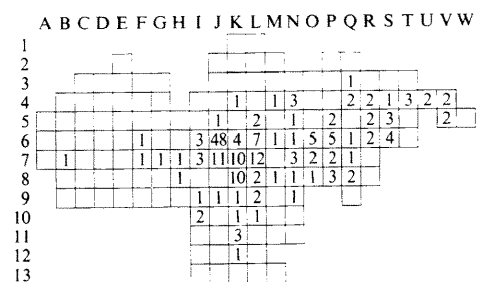
D



B



E



C

A : 1955 年

B : 1960 年

C : 1965 年

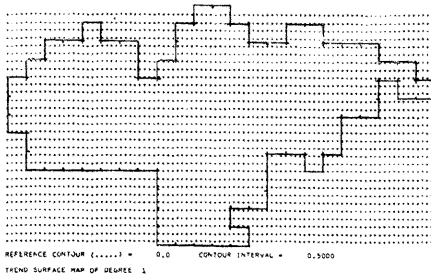
D : 1970 年

E : 1974 年

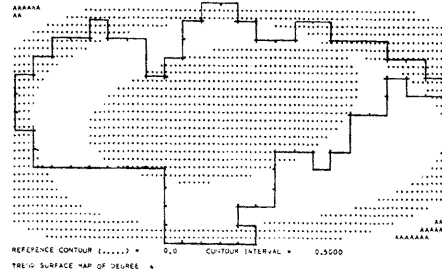
單位：建築師

図3 東京都豊島区における高層建造物の分布

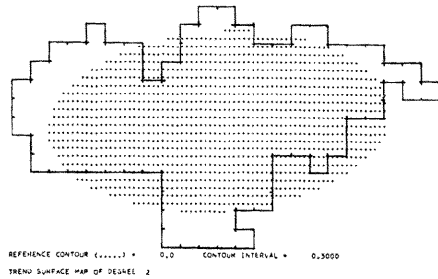
資料：空間分析としての傾向面分析について



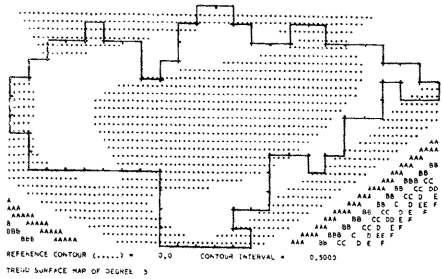
A



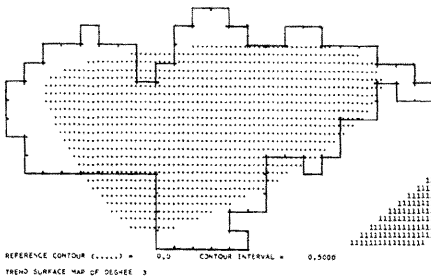
D



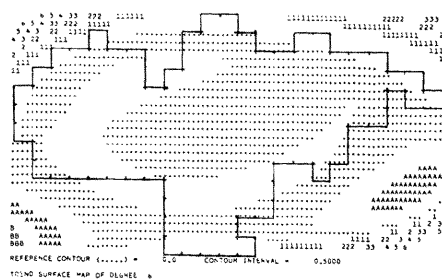
B



E



C



F

A : 1 次傾向面

B : 2 次傾向面

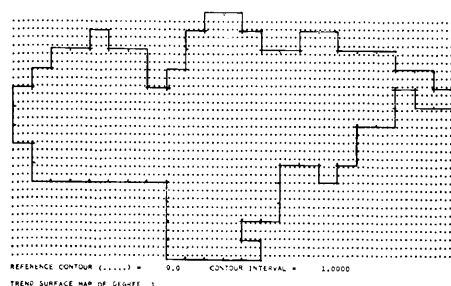
C : 3 次傾向面

D : 4 次傾向面

E : 5 次傾向面

F : 6 次傾向面

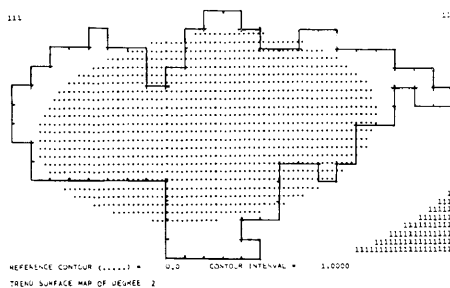
図 4 東京都豊島区における高層建造物の傾向面—1955年—



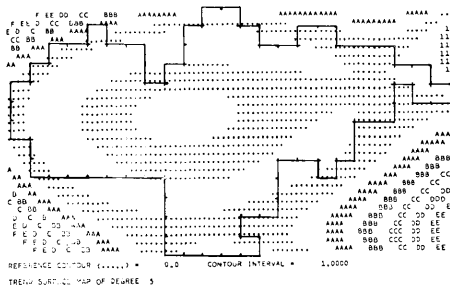
A



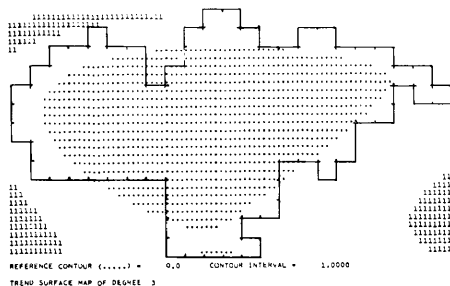
D



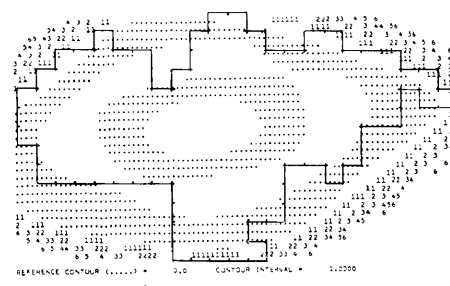
B



E



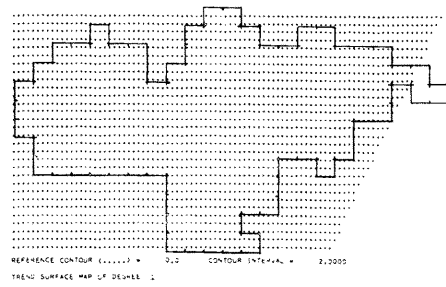
C



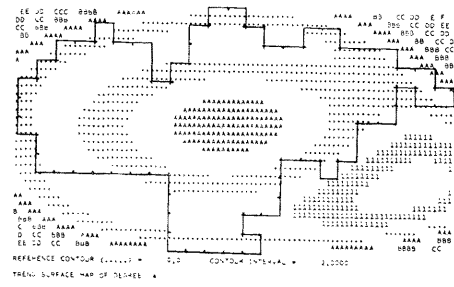
F

図5 東京都豊島区における高層建造物の傾向面—1960年—

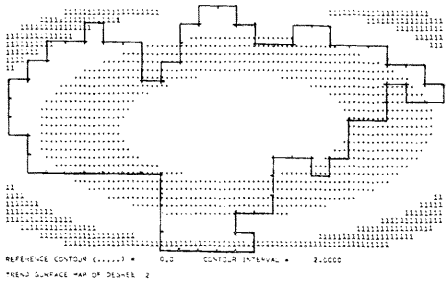
資料：空間分析としての傾向面分析について



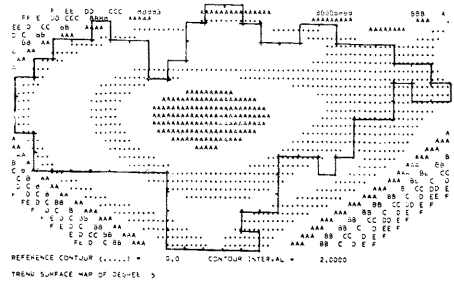
A



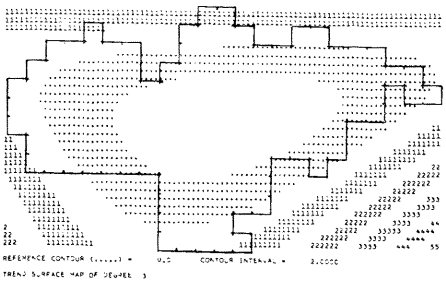
D



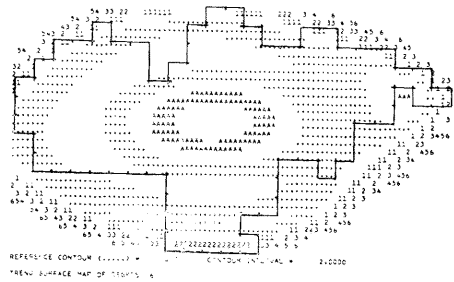
B



E

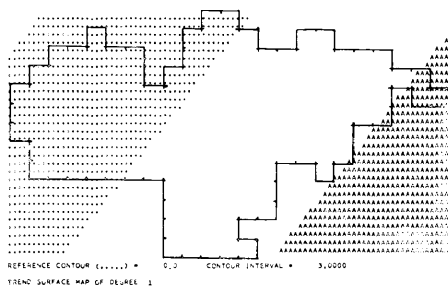


C

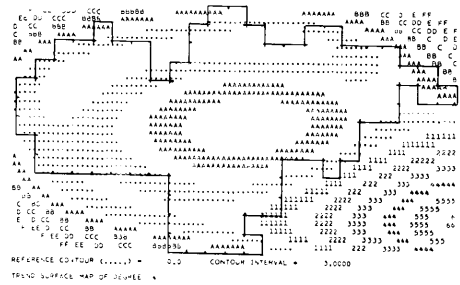


F

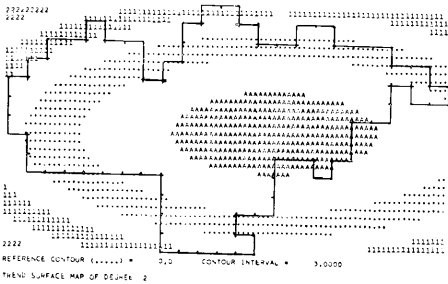
図6 東京都豊島区における高層建造物の傾向面—1965年—



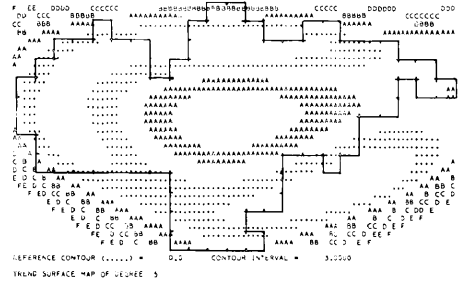
A



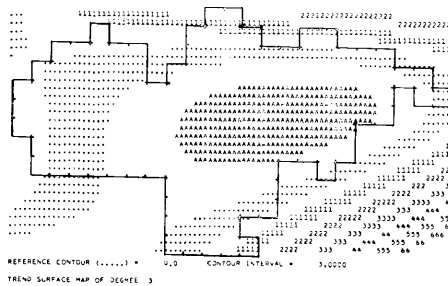
D



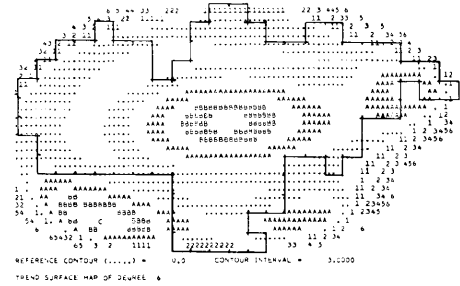
B



E



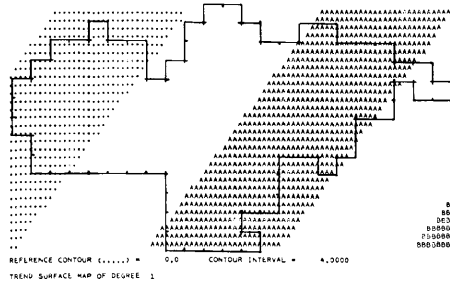
C



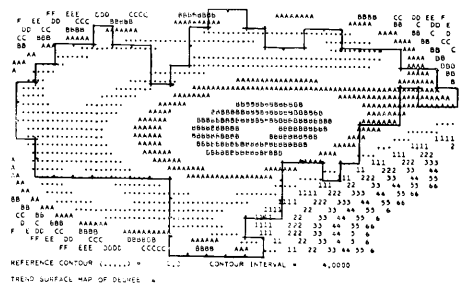
F

図7 東京都豊島区における高層建造物の傾向面—1970年—

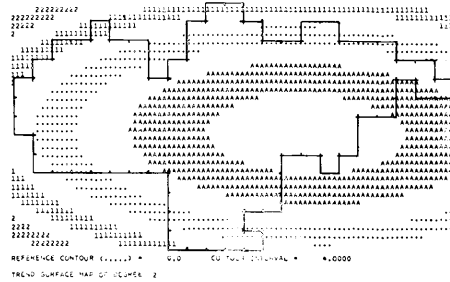
資料：空間分析としての傾向面分析について



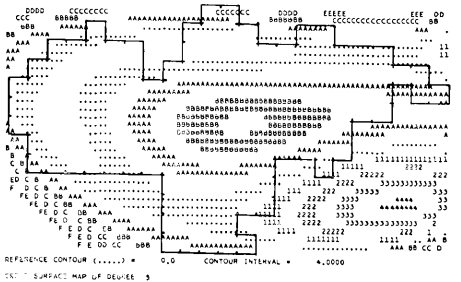
A



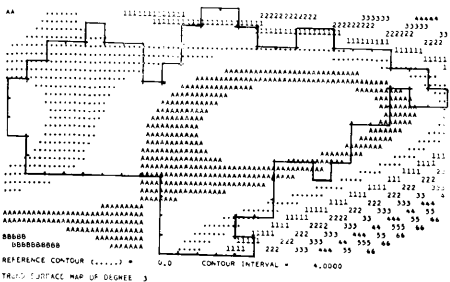
D



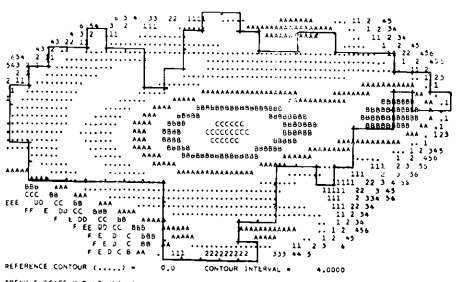
B



E



C



F

図8 東京都豊島区における高層建造物の傾向面—1974年—